



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 09 266 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
F 23 D 14/24
C 09 C 1/48

②① Aktenzeichen: 101 09 266.0
②② Anmeldetag: 26. 2. 2001
④③ Offenlegungstag: 29. 5. 2002

DE 101 09 266 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
100 58 875. 1 27. 11. 2000

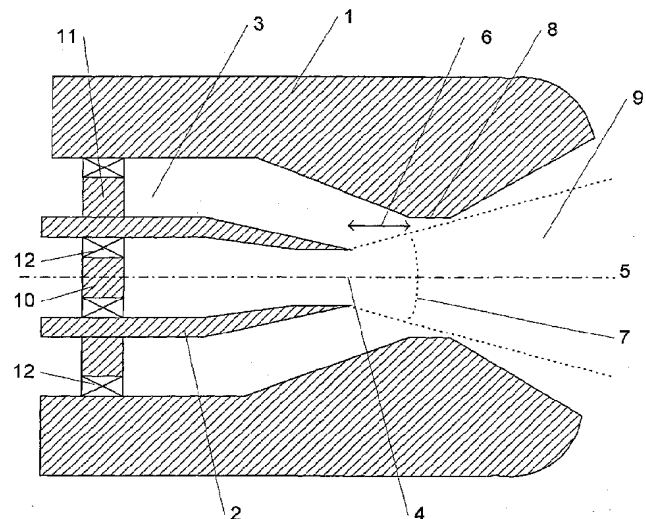
⑦① Anmelder:
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE; Linde Gas AG,
82049 Höllriegelskreuth, DE

⑦② Erfinder:
Ranke, Harald, Dr.-Ing., 82343 Pöcking, DE;
Muschelknautz, Sebastian, Dr.-Ing., 81479
München, DE; Heisel, Michael, Dr.-Ing., 82049
Pullach, DE; Tautz, Hanno, Dipl.-Ing., 81477
München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Brenner und Verfahren zur chemischen Umsetzung zweier Gasströme

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Brenner mit einem Brennerkopf (1) und einem in dem Brennerkopf (1) angeordneten Gaszuführungsrohr (2), welches von einem Ringkanal (3) zur Zuführung eines weiteren Gases umgeben ist. In dem Gaszuführungsrohr (2) und in dem Ringkanal (3) sind Mittel (10, 11) zur Erzeugung eines Dralls des durch das Gaszuführungsrohr (2) und des durch den Ringkanal (3) strömenden Gases vorgesehen.



DE 101 09 266 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brenner mit einem Brennerkopf und einem in dem Brennerkopf angeordneten Gaszuführungsrohr, welches von einem Ringkanal zur Zuführung eines weiteren Gases umgeben ist, wobei sich in dem Gaszuführungsrohr Mittel zur Erzeugung eines Dralls eines durch das Gaszuführungsrohr strömenden Gases befinden. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Erzeugung eines Reaktionsproduktes durch chemische Umsetzung von Gasen, die in einem Reaktionsraum mittels eines Brenners als zwei getrennte Gasströme zugeführt und in dem Reaktionsraum chemisch umgesetzt werden.

[0002] Bei der Verbrennung eines Brenngases mit einem sauerstoffhaltigen Gas in außenmischenden Brennern, d. h. in Brennern, in denen das Brenngas und das sauerstoffhaltige Gas nicht vorgemischt, sondern getrennt in eine Mischzone geführt und dort gezündet werden, ist es wichtig, eine intensive Durchmischung des sauerstoffhaltigen Gases und des Brenngases zu erreichen, um die chemische Verbrennungsreaktion zwischen diesen Gasen zu beschleunigen.

[0003] In der US 5,492,649 wird daher vorgeschlagen, dem sauerstoffhaltigen Gas vor dem Eintritt in die Mischzone einen Drall aufzuprägen. Bei diesem Verfahren bildet sich bei starker Verwirbelung des sauerstoffhaltigen Gases vor der Austrittsöffnung des sauerstoffhaltigen Gases eine Rezirkulationszone aus. Mit anderen Worten: Bei starkem Drehimpuls des sauerstoffhaltigen Gases besitzt dieses ein Strömungsprofil, bei dem sich in der Nähe der Strömungsachse die Strömungsrichtung umkehrt und eine Rückströmung entsteht. Aus dem steilen Geschwindigkeitsgradienten im Übergangsbereich zwischen der Vorwärts- und der Rückströmung resultieren intensive Turbulenzen, die die chemische Reaktion zwischen dem Brenngas und dem sauerstoffhaltigen Gas begünstigen.

[0004] Im Rahmen von umfangreichen, der vorliegenden Erfindung vorausgehenden Untersuchungen hat sich jedoch gezeigt, dass die Rückströmung im axialen Bereich auch heiße Reaktionsgase einsaugt, die dann zur Austrittsöffnung des Zuführungsrohres für das sauerstoffhaltige Gas gelangen. Die heißen Reaktionsgase greifen das Gaszuführungsrohr an, so dass das Zuführungsrohr geschädigt wird.

[0005] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, einen Brenner und ein Verfahren zur chemischen Umsetzung von Gasen zu entwickeln, wobei Schädigungen am Brenner möglichst vermieden werden und die chemische Umsetzung möglichst effizient und definiert erfolgt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch einen Brenner der eingangs genannten Art gelöst, bei dem sich in dem Ringkanal Mittel zur Erzeugung eines Dralls eines durch den Ringkanal strömenden Gases befinden.

[0007] Ein Verfahren der eingangs genannten Art zur chemischen Umsetzung von Gasen zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass den Gasströmen vor dem Eintritt in den Reaktionsraum jeweils eine Drallströmung aufgeprägt wird, d. h. die Gasströme weisen beim Eintritt in den Reaktionsraum neben der ursprünglichen im wesentlichen axialen Bewegungskomponente auch eine Drehbewegungskomponente um ihre Hauptströmungsrichtung auf.

[0008] Die erfindungsgemäße zusätzliche Verwirbelung des über den Ringspalt zugeführten Gases führt zu einem intensiven radialen Massenaustausch zwischen beiden Gasströmen und somit zu einer schnellen Mischung. Der innere Strahl wird durch den äußeren Strahl gebündelt, welcher umgekehrt durch den inneren Strahl aufgeweitet wird. Diese starke Wechselwirkung zwischen beiden Strahlen bewirkt eine intensive und schnelle Vermischung.

[0009] Im Gesamtstrahl treten dabei im Bereich des Bren-

ners keine Rückströmzonen auf, so dass heißes Reaktionsgas von dem Gaszuführungsrohr weitgehend ferngehalten wird. Mit dem Gaszuführungsrohr kommen lediglich die relativ kalten noch nicht reagierten Gase in direkten Kontakt. Eine Schädigung des Gaszuführungsrohres durch Konvektion wird verhindert.

[0010] Die Erfindung erlaubt eine genau definierbare Vermischung der beteiligten Gasströme. Im Reaktionsraum, in dem die chemische Umsetzung stattfinden soll, können die Temperatur-, Strömungs- und Gaszusammensetzungsverhältnisse an die gewünschte chemische Reaktion angepasst werden. Die Aufweitung der bei der Reaktion der beiden Gasströme entstehenden Flamme ist über die Stärke der beiden Drallströmungen in weiten Grenzen einstellbar. Durch die erfindungsgemäße Drallströmung läßt sich die Flammenform gezielt gestalten. Damit ist eine optimale Anpassung an die Größe des Reaktionsraumes möglich. Ferner kann durch geeignete Wahl der Strömungsführung die Verweilzeit im Reaktionsraum optimiert werden.

[0011] Die Verdrallung beider an der Reaktion beteiligter Strahlen kann so erfolgen, dass die beiden Drallströmungen gleichsinnig oder gegensinnig ausgerichtet sind. Eine gegensinnige Verdrallung, das heißt eine Verdrallung, bei der die Drallströmungen der beiden Gasströme in dem Kontaktbereich der beiden Gasströme einander entgegengerichtet sind, hat den Vorteil, dass die Gasströme sehr stark miteinander vermischt werden. Die chemische Reaktion wird beschleunigt, das heißt es erfolgt eine schnelle, frühe Zündung des Reaktionsgemisches der Gase. Die Verdrallung des nach der Zusammenführung der Gasströme entstehenden Gesamtstrahles ist dagegen relativ gering, da sich durch die gegensinnige Verdrallung der Reaktionsstrahlen die beiden ursprünglichen Drallströmungen teilweise aufheben. Die entstehende Flamme weitet sich dadurch relativ wenig auf.

[0012] Vorzugsweise werden die einzelnen Drallströmungen jedoch so ausgerichtet, dass sie gleichsinnig verlaufen. In diesem Fall verstärken sich die Drallströmungen in dem Kontaktbereich der beiden Gasströme, so dass eine relativ hohe Gesamtdrallzahl erreicht wird. Dies hat eine starke Aufweitung des Gesamtstrahles zur Folge. Die Geschwindigkeit entlang der Strahlachse verkleinert sich in der Brennzone. Aufgrund der verringerten Strahlgeschwindigkeit erhöht sich die Verweilzeit der Reaktionspartner im Reaktionsraum im Vergleich zu den bekannten Reaktionsführungen, bei denen höchstens einer der beteiligten Gasströme verdrallt wird.

[0013] Zudem kann bei geeigneter Verdrallstärke eine relativ weit von der Brennerspitze entfernte Rückströmung erzeugt werden. Diese führt zu einer Zirkulationsströmung, durch die die Gase länger in dem Reaktionsraum verbleiben und so besser umgesetzt werden. Insbesondere bei langsam ablaufenden chemischen Reaktionen wird so eine vollständige Umsetzung der Gasströme erreicht.

[0014] Die Flammentopologie ist bei einer gleichsinnigen Verdrallung besonders gut einstellbar. Axiale Länge und radiale Ausdehnung der Flamme sind wählbar und sowohl an den Reaktionsraum als auch an die Reaktionsbedingungen anpassbar. Zudem ist die Vermischung der beiden Gasströme in der Nähe der Brennerspitze nicht so intensiv wie bei einer gegensinnigen Verdrallung der Strahlen, so dass die thermische Belastung der Brennerspitze gesenkt wird.

[0015] Die gleichsinnige Verdrallung hat außerdem den Vorteil, dass bei gewünschter Gesamtdrallzahl der Drall eines der beiden Gasströme niedriger gewählt werden kann, als dies bei einer gegensinnigen Verdrallung oder bei der bekannten Verdrallung nur eines Stromes möglich ist.

[0016] Bei der Verdrallung eines Gasstromes erfährt der Gasstrom zwangsläufig einen gewissen Druckverlust. Die-

ser Druckverlust muss insbesondere dann möglichst niedrig gehalten werden, wenn der betreffende Gasstrom nur unter geringem Druck zur Verfügung steht. Unter diesen Umständen ist es vorteilhaft, wenn der unter geringerem Druck vorliegende Gasstrom weniger verdraht wird, der unter höherem Druck vorliegende Gasstrom dagegen stärker verdraht wird. Durch die gleichsinnige Verdrehung der beiden Ströme ist es dennoch möglich, die gewünschte Gesamtdrahtzahl zu erzielen.

[0017] Das Gaszuführungsrohr ist vorzugsweise so ausgeführt, dass sich dessen Innendurchmesser und/oder dessen Außendurchmesser im Bereich des Austrittsendes verringert. Durch die Änderung des Innendurchmessers kann die Strömungsgeschwindigkeit des Gases im Gaszuführungsrohr beeinflusst werden. Besonders bevorzugt nähert sich der Außendurchmesser dem Innendurchmesser in der Nähe der Austrittsöffnung aus dem Gaszuführungsrohr an, so dass sich direkt an der Austrittsöffnung eine scharfe Kante bildet. An der scharfen Kante reißen die aus dem Gaszuführungsrohr und aus dem umgebenden Ringkanal austretenden Gasströme definiert ab, wodurch unerwünschte Wirbel und Turbulenzen verhindert werden.

[0018] Die Außenwand des Ringkanals ist von Vorteil im Bereich des Austrittsendes in Strömungsrichtung zur Brennerachse geneigt. Dadurch trifft das im Ringkanal strömende Gas unter einem gewissen Winkel auf das zentral aus dem Gaszuführungsrohr austretende Gas, wodurch die Vermischung der beiden Gasstrahlen begünstigt wird.

[0019] Es hat sich als günstig erwiesen, die Außenwand des Ringkanals in Strömungsrichtung über das Austrittsende des Gaszuführungsrohres hinaus zu erstrecken. Schädigungen am Gaszuführungsrohr werden, wie erwähnt, zum einen durch Konvektion der heißen Gase, zum anderen aber auch durch Wärmestrahlung der heißen Reaktionsgase hervorgerufen. Durch das Vorziehen der Außenwand des Ringkanals über die Austrittsöffnung des Gaszuführungsrohres hinaus wird der von der Austrittsöffnung des Gaszuführungsrohres sichtbare Winkelbereich verringert. Dadurch wird der kegelförmige Bereich, von dem aus Strahlungswärme direkt zum Gaszuführungsrohr gelangen kann, verkleinert und die Wärmelast des Gaszuführungsrohres gesenkt.

[0020] Vorzugsweise werden die über das Gaszuführungsrohr und den Ringkanal zugeführten Gasströme unter einem bestimmten Winkel zusammengeführt, um die Vermischung der Ströme zu verbessern. Nach dem Zusammentreffen der beiden Ströme wird der äußere Strom durch den zentralen Strom aufgeweitet. Der äußere durch den Ringkanal zugeführte Strom bewegt sich somit zunächst auf die Brennerachse zu und dann von der Brennerachse weg. Erfolgt dieser Richtungswechsel zu schnell, können Wirbel auftreten, die zu einer Rückströmung heißer Gase zum Gaszuführungsrohr führen können. Vorzugsweise schließt sich daher an den Ringkanal in Strömungsrichtung eine ringförmige Führungshülse an, deren Außenwand im wesentlichen parallel zur Brennerachse verläuft. Die Umlenkung des äußeren Stromes erfolgt dadurch sanfter, nämlich von der ursprünglichen Richtung auf die Brennerachse zu in eine Richtung parallel zur Brennerachse und dann erst von der Brennerachse weg.

[0021] Von Vorteil schließt sich an den Ringkanal oder die ringförmige Führungshülse eine Mischkammer an, deren Innendurchmesser in Strömungsrichtung zunimmt. Durch diese werden die Flammen zusammengehalten und die Verbrennung gefördert.

[0022] Es ist günstig, wenn die Mittel zur Erzeugung eines Dralles in dem Gaszuführungsrohr und/oder in dem Ringkanal Strömungskanäle aufweisen, die tangential gegen die Strömungsrichtung geneigt sind. Eine derartige Ausführung

der Mittel zur Drallerzeugung ist leicht herstellbar, beispielsweise können die Kanäle gefräst werden.

[0023] Über den Winkel der Strömungskanäle kann die Verdrehung des Stromes einfach vorgegeben werden. Die Verdrehung kann auch über entsprechend ausgerichtete Leibleche, Leitschaufeln oder Tragflügel in dem Ringkanal und/oder dem Gaszuführungsrohr erzeugt werden. Diese Ausführung ist insbesondere dann vorzuziehen, wenn der durch die Verdrehung entstehende Druckverlust minimiert werden soll.

[0024] Vorzugsweise sind die Mittel zur Erzeugung eines Dralles in dem Gaszuführungsrohr und/oder in dem Ringkanal verstellbar, so dass unterschiedlich starke Drallströmungen erzeugt werden können. Durch geeignete Wahl der Drahtzahl, d. h. der Stärke der Verdrehung, der beteiligten Gasströme können die Strömungsverhältnisse an die ablaufende chemische Reaktion und an die zugeführten Gas-mengen angepasst werden. Der Lastbereich des Brenners kann auf diese Weise verstellt und insbesondere vergrößert werden.

[0025] Vorzugsweise sind mit dem Gaszuführungsrohr Mittel zur Versorgung mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, und mit dem Ringkanal Mittel zur Versorgung mit einem Brenngas verbunden. Aber auch die Zuführung eines sauerstoffhaltigen Gases durch den Ringkanal und eines Brenngases durch das Gaszuführungsrohr ist günstig. In diesem Fall sind an das Gaszuführungsrohr Mittel zur Versorgung mit einem Brenngas und an den Ringkanal Mittel zur Versorgung mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, angeschlossen.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform ist in dem Gaszuführungsrohr und/oder dem Ringkanal ein die Gasströmung stabilisierender Flügel vorgesehen. Bei hohen Differenzgeschwindigkeiten zwischen den beiden Gasströmen können im Endbereich der Leitung, entweder dem Gaszuführungsrohr oder dem Ringkanal, durch die der langsamere Gasstrom strömt, Wirbel entstehen, die eine Schädigung der Brennerspitze hervorrufen können. Vorzugsweise wird daher in der Leitung, in der die geringere Strömungsgeschwindigkeit herrscht, ein Flügel angebracht, der die Strömung stabilisiert. Der Flügel ist so ausgebildet, dass die Strömungsgeschwindigkeit in dem sich bildenden Kanal zwischen der das Gaszuführungsrohr und den Ringkanal trennenden Wand und dem Flügel erhöht wird.

[0027] Von Vorteil ist der Flügel gegenüber dem Austrittsende des Gaszuführungsrohres beziehungsweise des Ringkanals zurückversetzt. Dies hat den Vorteil, dass sich der Flügel vollständig innerhalb eines der beiden Gasströme befindet. Durch den Gasstrom wird der Flügel insbesondere an seinem stromabwärtigen Ende gekühlt und es wird verhindert, dass das heiße Reaktionsgemisch der beiden Gasströme mit dem Flügel in Berührung kommt.

[0028] Von Vorteil werden für die beiden beteiligten Gasströme unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten vorgesehen, da dadurch die Vermischung der beiden Gasströme begünstigt wird. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn sich die Strömungsgeschwindigkeit der Gase um mindestens 10%, bevorzugt mindestens 20% unterscheiden.

[0029] Die absoluten Strömungsgeschwindigkeiten liegen bevorzugt zwischen 30 und 200 m/s, besonders bevorzugt zwischen 70 und 150 m/s, je nach der Flammengeschwindigkeit des Gases beim aktuellen Zustand. Es hat sich gezeigt, dass bei diesen Geschwindigkeiten die Strömungsverhältnisse nach dem Brenneraustritt besonders gut über die Drahtzahl einstellbar sind.

[0030] Durch das Verhältnis der Summe der Beträge der Tangentialimpulse zur Summe der Axialimpulse wird die

Gesamtdrallzahl definiert. Diese beeinflusst unter anderem die Strahlaufweitung und stellt damit einen entscheidenden Parameter dar, über den die Flammenführung und die Verweilzeit der Gase im Reaktionsraum geregelt werden kann. Bevorzugt wird die Gesamtdrallzahl so eingestellt, dass sie zwischen 0,1 und 1,2, vorzugsweise zwischen 0,2 und 0,7, liegt.

[0031] Der erfindungsgemäße Brenner eignet sich insbesondere zur definierten chemischen Umsetzung von gasförmigen Ausgangsstoffen in ein Reaktionsprodukt. Die bevorzugte Verwendung des Brenners liegt primär nicht in der Erzeugung von Wärme, sondern in der Durchführung einer definierten chemischen Reaktion zweier oder mehrerer gasförmiger Ausgangsstoffe. Durch die doppelte Verdrallung können die Gase in genau definierbaren Bereichen optimal vermischt werden. Dabei ist in weiten Grenzen die Aufweitung der nach dem Austritt der Gase aus dem Brenner entstehenden Flamme und die Verweilzeit der Gase in dem Reaktionsraum einstellbar und an die chemische Reaktion anpassbar. Die Flamme ist damit optimal auf den Reaktionsraum abstimmbare. Die Temperatur im Reaktionsraum und die Geschwindigkeitsverteilungen der beteiligten Gase können berechnet und an die gewünschten Verfahrensverläufe angepasst werden. Die Kinetik der chemischen Reaktion ist beeinflussbar.

[0032] Insofern hat sich das erfindungsgemäße Verfahren besonders bei der chemischen Umsetzung eines sauerstoffhaltigen Gases mit einem schwefelwasserstoffhaltigen Gas, mit halogenierten Kohlenwasserstoffen oder Pyrolyseölen oder mit niederkalorigen Stoffen bewährt. Besonders bei der Vergasung von Kohlenwasserstoffen, die bei höheren Temperaturen mit Sauerstoff beziehungsweise einem sauerstoffhaltigen Gas zur Reaktion gebracht werden, wird der Vergasungswirkungsgrad deutlich erhöht. Grundsätzlich ist die Erfindung bei allen chemischen Reaktionen, die möglichst nahe bis zum chemischen Gleichgewicht laufen sollen, von Vorteil.

[0033] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

[0034] Fig. 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brennerkopf und

[0035] Fig. 2 einen Schnitt durch den eingesetzten Drallkörper zur Erzeugung eines Dralls in der Gasströmung im Gaszuführungsrohr.

[0036] Der in Fig. 1 dargestellte Brenner besitzt einen Brennerkopf 1 mit einer zentralen Bohrung, in der ein Gaszuführungsrohr 2 angeordnet ist. Mit dem Gaszuführungsrohr 2 ist eine nicht gezeigte Sauerstoffversorgung verbunden. Das Gaszuführungsrohr 2 ist von einem Ringkanal 3 umgeben, an den eine ebenfalls in der Figur nicht dargestellte Brenngasversorgung angeschlossen ist.

[0037] Das als Sauerstoffzuleitung dienende Gaszuführungsrohr 2 läuft im stromabwärtigen Endbereich leicht konisch zu, wobei sich der Innendurchmesser und der Außendurchmesser des Rohres 2 verringern. Am Austrittende 4 läuft die Wandung des Rohres 2 spitz aus. Der Ringkanal 3 ist ebenfalls im stromabwärtigen Endbereich gegen die Brennerachse 5 geneigt. Die Außenwand des Ringkanals 3 ist gegenüber der Innenwand des Ringkanals 3, und somit gegenüber der Sauerstoffzuleitung 2, um eine Strecke 6, die etwa dem Innendurchmesser des Gaszuführungsrohres 2 entspricht, vorgezogen. Auf diese Weise wird der Winkelbereich 7, der das "Sichtfeld" des Gaszuführungsrohres 2 kennzeichnet, verkleinert, wodurch die auf das Gaszuführungsrohr 2 einwirkende Strahlungswärme der heißen Reaktionsgase verringert wird.

[0038] An den Ringkanal 3 schließt sich eine Führungshülse 8 an, deren Außenwand parallel zur Brennerachse 5 verläuft. Stromabwärts der Führungshülse 8 neigt sich die Außenwand von der Brennerachse 5 weg und bildet eine Mischkammer 9 mit in Strömungsrichtung wachsendem Innendurchmesser. Das in dem Ringkanal 3 strömende Brenngas wird im Brennerbetrieb durch den zentralen Sauerstoffstrom aufgeweitet. Das Brenngas wird also durch die Formgebung des Ringkanals 3 zunächst auf die Brennerachse 5 zugeleitet, um nach Verlassen des Ringkanals 3 in der Mischkammer 9 als Gasgemisch mit dem Sauerstoff von der Brennerachse 5 weg zu strömen. Die Führungshülse 8 gewährleistet, dass der Richtungswechsel des Brenngases sanft erfolgt. Durch das allmähliche Umlenken des Brenngasstromes werden Wirbel und Turbulenzen vor der Austrittsöffnung 4, die eine Rückströmung von heißem Gas zur Folge haben könnten, vermieden.

[0039] Zur Verbesserung der Durchmischung des Brenngases und des Sauerstoffes sind sowohl in der Sauerstoffzuleitung 2 als auch in dem Ringkanal 3 jeweils Drallkörper 10, 11 angeordnet. In Fig. 2 ist eine Draufsicht auf den Drallkörper 10 in Strömungsrichtung zu sehen. Der Drallkörper 10 weist über seinen Umfang verteilt mehrere Schlitzkanäle 12 auf, die schräg zur Brennerachse 5 verlaufen, d. h. eine axiale und eine tangentielle Richtungskomponente aufweisen. Der Drallkörper 11 im Ringkanal 3 ist analog aufgebaut. Durch die Schlitzkanäle 12 werden dem Brenngas und dem Sauerstoff eine Drallströmung aufgezungen, die zu einer verbesserten Vermischung der beiden Gase im Mischraum 9 führt.

[0040] Am Beispiel einer Clausreaktion soll die Erfindung noch einmal im Detail erläutert werden. Clausanlagen dienen der Herstellung von Elementarschwefel aus schwefelwasserstoffhaltigem Rohgas. Das Rohgas wird in einem sogenannten Clausofen unterstöchiometrisch verbrannt, so dass Schwefeldioxid und Elementarschwefel entstehen. In dem der Clausreaktion zugeführten Rohgas ist meist auch NH_3 enthalten, das im Clausofen praktisch vollständig zu N_2 und H_2 beziehungsweise H_2O umgesetzt werden muss. Anderenfalls reagiert nicht umgesetztes NH_3 mit SO_2 und SO_3 weiter zu schwer flüchtigen Salzen, die dann im Laufe der Zeit zu Verlegungen in der Clausanlage führen. Hierbei sind insbesondere die Katalysatoren in den Clausreaktoren und die Schwefelkondensatoren gefährdet.

[0041] Zum zuverlässigen Abbau von NH_3 ist eine Temperatur von über 1200°C erforderlich, wobei sicher gestellt werden muss, dass das NH_3 dieser Temperatur auch tatsächlich ausgesetzt wird. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, das Rohgas mit Sauerstoff oder mit sauerstoffangereicherter Luft zu verbrennen. Dadurch erhöht sich nämlich die Flammentemperatur und die Zersetzung des NH_3 wird begünstigt. Zusätzlich muss aber auch eine sehr gute Durchmischung der Gase in der Flamme sichergestellt sein, weil anderenfalls das NH_3 den Clausofen teilweise durchlaufen könnte, ohne mit Sauerstoff als Reaktionspartner in Kontakt gekommen zu sein oder ohne den Bereich mit genügend hoher Temperatur zu durchlaufen. In beiden Fällen würde die gewünschte Umsetzung in N_2 und $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$ nicht erfolgen.

[0042] Der erfindungsgemäße Brenner ermöglicht nun eine definierte Durchmischung des Rohgases mit Sauerstoff, eine genügend starke Aufweitung der Flamme, so dass im gesamten Clausofen die notwendigen Temperaturverhältnisse eingestellt werden können, und die Ausbildung von Strömungsverhältnissen im Ofen, die zu einer optimalen Verweilzeit der Gase im Ofen führen. Die nahezu vollständige Reaktion von NH_3 in N_2 und $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$ wird dadurch gewährleistet.

1. Brenner mit einem Brennerkopf und einem in dem Brennerkopf angeordneten Gaszuführungsrohr, welches von einem Ringkanal zur Zuführung eines weiteren Gases umgeben ist, wobei sich in dem Gaszuführungsrohr Mittel zur Erzeugung eines Dralls eines durch das Gaszuführungsrohr strömenden Gases befinden, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich in dem Ringkanal **(3)** Mittel **(10)** zur Erzeugung eines Dralls eines durch den Ringkanal **(3)** strömenden Gases befinden. 5
2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Innendurchmesser des Gaszuführungsrohres **(2)** im Bereich des Austrittsendes verringert. 10
3. Brenner nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Außendurchmesser des Gaszuführungsrohres **(2)** im Bereich dessen Austrittsendes verringert. 15
4. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenwand des Ringkanals **(3)** im Bereich des Austrittsendes in Strömungsrichtung zur Brennerachse **(5)** geneigt ist. 20
5. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Außenwand des Ringkanals **(3)** in Strömungsrichtung über das Austrittsende des Gaszuführungsrohres **(2)** hinaus erstreckt. 25
6. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den Ringkanal **(3)** in Strömungsrichtung eine ringförmige Führungshülse **(8)** anschließt, deren Außenwand im wesentlichen parallel zur Brennerachse **(5)** verläuft. 30
7. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den Ringkanal **(3)** oder die ringförmige Führungshülse **(8)** eine Mischkammer **(9)** anschließt, deren Innendurchmesser in Strömungsrichtung zunimmt. 35
8. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel **(10, 11)** zur Erzeugung eines Dralls in dem Gaszuführungsrohr **(2)** und 1 oder in dem Ringkanal **(3)** Strömungskanäle **(12)** aufweisen, die tangential gegen die Strömungsrichtung geneigt sind. 40
9. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel **(10, 11)** zur Erzeugung eines Dralls in dem Gaszuführungsrohr **(2)** und/oder in dem Ringkanal **(3)** verstellbar sind, um unterschiedlich starke Drallströmungen zu erzeugen. 45
10. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Gaszuführungsrohr **(2)** Mittel zur Versorgung mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, und mit dem Ringkanal **(3)** Mittel zur Versorgung mit einem Brenngas verbunden sind. 50
11. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Gaszuführungsrohr **(2)** Mittel zur Versorgung mit einem Brenngas und mit dem Ringkanal **(3)** Mittel zur Versorgung mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, verbunden sind. 55
12. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Gaszuführungsrohr **(2)** und/oder dem Ringkanal **(3)** ein die Gasströmung stabilisierender Flügel vorgesehen ist. 60
13. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Flügel gegenüber dem Austrittsende des Gaszuführungsrohres **(2)** beziehungsweise des Ringkanals **(3)** zurückversetzt ist. 65
14. Verfahren zur Erzeugung eines Reaktionsproduk-

tes durch chemische Umsetzung von Gasen, die einem Reaktionsraum mittels eines Brenners, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 13, als zwei getrennte Gasströme zugeführt und in dem Reaktionsraum chemisch umgesetzt werden, dadurch gekennzeichnet, dass den Gasströmen vor dem Eintritt in den Reaktionsraum jeweils eine Drallströmung aufgeprägt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die den beiden Gasströmen aufgeprägten Drallströmungen gleichsinnig sind.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Strömungsgeschwindigkeiten der beiden Gasströme um mindestens 10%, bevorzugt mindestens 20% unterscheiden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtdrallzahl der beiden Drallströmungen zwischen 0,1 und 1,2, bevorzugt zwischen 0,2 und 0,7 liegt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeiten der Gasströme zwischen 30 und 200 m/s, vorzugsweise zwischen 70 und 150 m/s liegen.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein sauerstoffhaltiges Gas und ein schwefelwasserstoffhaltiges Gas chemisch umgesetzt werden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass halogenierte Kohlenwasserstoffe oder Pyrolyseöle mit einem sauerstoffhaltigen Gas umgesetzt werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass niederkalorige Stoffe mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere mit einem Gas mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 30%, umgesetzt werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass Kohlenwasserstoffe mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere zur Erzeugung von Ruß, umgesetzt werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

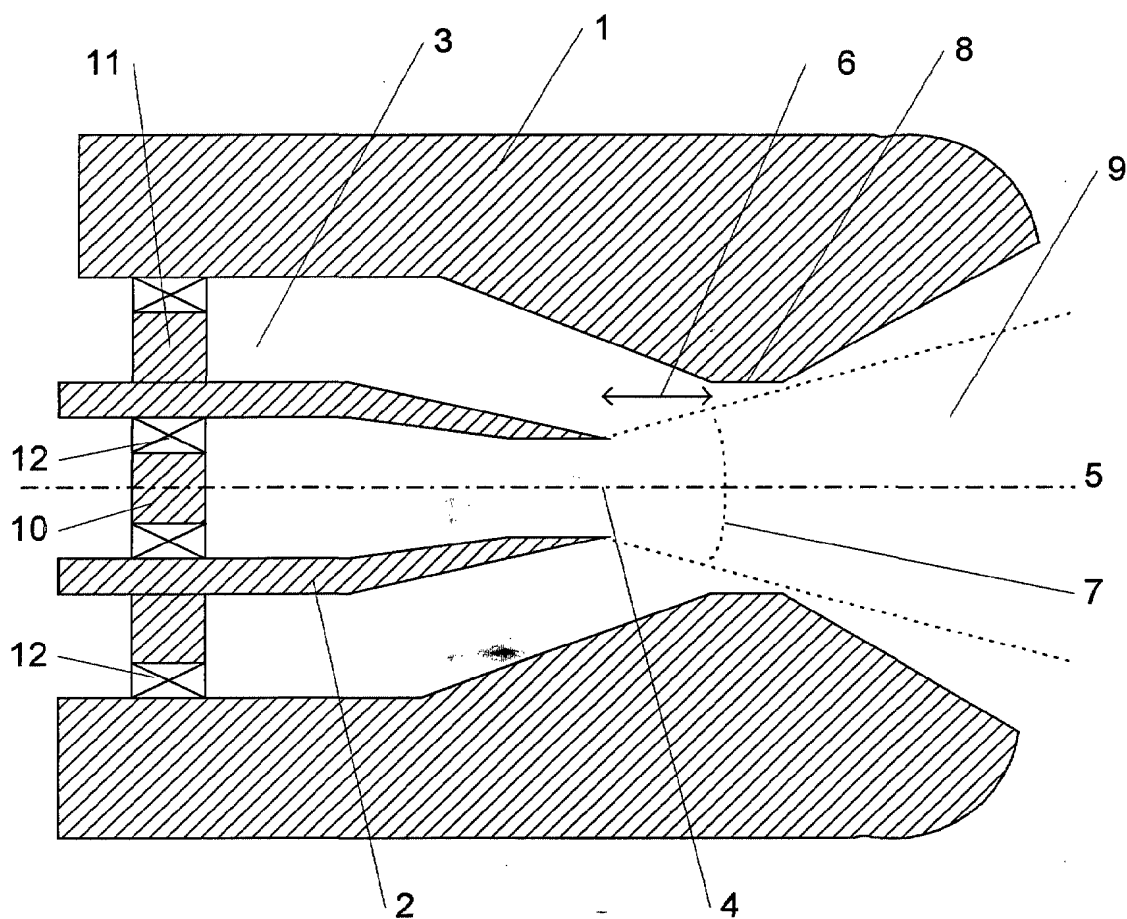


Fig. 2

